

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-026846

(43)Date of publication of application : 30.01.1992

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
H01L 21/027

(21)Application number : 02-131629

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.05.1990

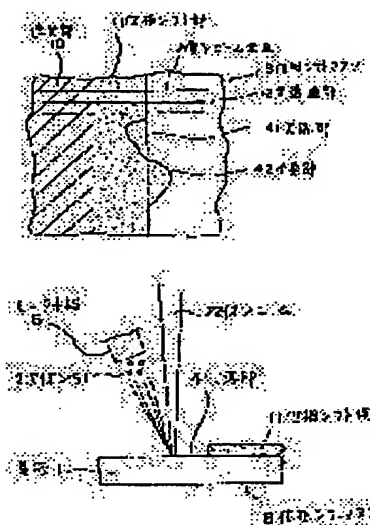
(72)Inventor : TAKIZAWA MASAOKI

## (54) MASK CORRECTING DEVICE FOR PHASE SHIFT MASK

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To correct a phase shift mask by supplying gas from a gas system for forming a light shielding part and/or a phase shift part while irradiating a lacking part with an ion beam so that a necessary part may be formed and irradiating an unnecessary part with the ion beam so that it may be removed.

**CONSTITUTION:** The surface of a mask is irradiated with the ion beam 22 by an ion beam irradiating means and a secondary ion 51 generated by the irradiation of the ion beam is monitored by a monitoring means 6 so as to detect whether or not the light shielding part and/or the phase shift part exists at a desired position. By supplying the gas from the gas system for forming the light shielding part 10 and/or the phase shift part 11 while the lacking part 41 of the light shielding part 10 and/or the phase shift part 11 is irradiated with the ion beam 22 by the ion beam irradiating means based on the detected result, the light shielding part 10 and/or the phase shift part 11 is formed. The unnecessary part of the light shielding part 10 and/or the phase shift part 11 is irradiated with the ion beam by the ion beam irradiating means so as to be removed. Thus, the phase shift mask is corrected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

9

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-26846

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)1月30日

G 03 F 1/08  
H 01 L 21/027

T 7369-2H

2104-4M H 01 L 21/30 3 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 位相シフトマスクのマスク修正装置

⑯ 特 願 平2-131629

⑰ 出 願 平2(1990)5月22日

⑱ 発 明 者 滝 沢 正 明 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
⑲ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
⑳ 代 理 人 弁理士 高 月 亨

## 明 細 書

### 1 発明の名称

位相シフトマスクのマスク修正装置

### 2 特許請求の範囲

1. 基板上に、遮光部と、光透過部と、位相シフト部とを備える位相シフトマスクのマスク修正装置であって、

イオンビーム照射手段と、イオンビームを照射したことにより発生する2次電子をモニタするモニタ手段と、遮光部及び/または位相シフト部形成用のガス系とを備え、

前記イオンビーム照射手段によりマスク面にイオンビームを照射し、該照射により発生する2次イオンを前記モニタ手段によりモニタすることによって、所望位置に遮光部及び/または位相シフト部が存在するか否かを検知し、

遮光部及び/または位相シフト部の欠落部には前記イオンビーム照射手段によりイオンビームを

照射しつつ前記遮光部及び/または位相シフト部形成用のガス系からガスを供給して遮光部及び/または位相シフト部を形成し、

遮光部及び/または位相シフト部の不要部には前記イオンビーム照射手段によりイオンビームを照射してこの部分を除去する構成としたことを特徴とする位相シフトマスクのマスク修正装置。

### 3 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、位相シフトマスクのマスク修正装置に関するものである。本発明は、例えば、位相シフトマスクを作成するに際して、遮光部パターンや、位相シフト部パターンについて、これが必要なのに形成されていない部分(本明細書中このような部分を「欠落部」と称する)や、形成すべきでないのに形成されてしまっている部分(同じくこのような部分を「不要部」と称する)に対して、これらを補正して修正する場合に利用することができる。

## (発明の概要)

本発明の位相シフトマスク修正装置は、イオンビーム照射手段によりマスク面にイオンビームを照射し、発生する2次イオンをモニターすることによって、所望位置に遮光部及び／または位相シフト部が存在するか否かを検知し、欠落部にはイオンビームを照射しつつ遮光部及び／または位相シフト部形成用のガス系からガスを供給して必要な部分を形成し、不要部にはイオンビームを照射してこれを除去することによって、位相シフトマスクの修正を可能ならしめたものである。

## (従来の技術)

位相シフトマスクは、各種パターン形成技術等に用いることができ、例えば半導体装置製造プロセスにおいて、レジストパターンを形成する場合の露光マスクなどとして利用することができる。

位相シフトマスクは、マスクを透過する光に位相差を与え、これにより光強度プロファイルを改善するいわゆる位相シフト技術を応用したもので、

ベースの繰り返しパターンを形成して、露光用マスクとしている。この露光用マスクを透過した光の強度分布は、第6図(a)に符号A1で示すように、理想的には遮光部10のところではゼロで、他の部分(透過部12a, 12b)では透過する。1つの透過部12aについて考えると、被露光材に与えられる透過光は、光の回折などにより、第6図(a)にA2で示す如く、両側の裾に小山状の極大をもつ光強度分布になる。透過部12bの方の透過光A2'は、一点鎖線で示した。各透過部12a, 12bからの光を合わせると、A3に示すように光強度分布はシャープさを失い、光の回折による像のぼけが生じ、結局、シャープな露光は達成できなくなる。これに対し、上記繰り返しパターンの光透過部12a, 12bの上に、1つおきに第6図(b)に示すように位相シフト部(「シフター」と称される)11を設けると、光の回折による像のぼけが位相の反転によって打ち消され、シャープな像が転写され、解像力や焦点裕度が改善される。即ち、第6図(b)に示す如く、一方の透過部12

フォトリソグラフィ技術においてその解像度を更に向上させることができ、このため、加工寸法が年々微細化される傾向にある半導体装置を得るマスク技術として、近年特に注目されている。

位相シフト技術については、特開昭58-173744号公報や、MARC D. LEVENSON他“Improving Resolution in Photolithography with a Phase-Shifting Mask” IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, VOL. ED-29 No.12, DECEMBER 1982, P1828~1836、また MARC D. LEVENSON他“The Phase-Shifting Mask II: Imaging Simulations and Submicrometer Resist Exposures”同誌 Vol. ED-31, No.6, JUNE 1984, P753~763 に記載がある。

従来より知られている位相シフト法について、第6図を利用して説明すると、次のとおりである。例えばライン・アンド・スペースのパターン形成を行う場合、通常の従来のマスクは、第6図(a)に示すように、石英基板等の透明基板1上に、Cr(クロム)などの遮光性の材料を用いて遮光部10を形成し、これにより例えばライン・アンド・ス

aに位相シフト部11が形成されると、それが例えば180°の位相シフトを与えるものであれば、該位相シフト部11を通った光は符号B1で示すように反転する。それに隣合う透過部12bからの光は位相シフト部11を通らないので、かかる反転は生じない。被露光材に与えられる光は、互いに反転した光が、その光強度分布の裾において図にB2で示す位置で互いに打ち消し合い、結局被露光材に与えられる光の分布は第6図(b)にB3で示すように、シャープな理想的な形状になる。

上記の場合、この効果を最も確実ならしめるには位相を180°反転させることが最も有利である

が、このためには、
$$D = \frac{\lambda}{2(n-1)}$$
 (nは

位相シフト部の屈折率、λは露光波長)なる膜厚で膜形成した位相シフト部11を設ける。

なお露光によりパターン形成する場合、縮小投影するものをレティクル、1対1投影するものをマスクと称したり、あるいは原盤に相当するものをレティクル、それを複製したものをマスクと称

したりすることがあるが、本発明においては、このような種々の意味におけるマスクやレティクルを総称して、マスクと称するものである。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

上記位相シフトマスクの分野においては、未だ解決すべき問題点が多い。

位相シフトマスクを得る上で最も重要な問題点は、位相シフトマスクの修正手段が無いということである。特に位相シフトマスクの位相シフト部については、その欠陥を検査して、これを修正する手段は無く、従来は位相シフト部の修正、特に欠落部の補充は不可能であった。

即ち、通常のマスクについては、その欠陥検査及び修正は、適宜の手段を用いてこれを行うことができる。例えば欠陥検査は透過光を利用して行うことができる。通常の露光用マスクは、透明な $\text{SiO}_2$ 等の基板上に、それらの光をほぼ100%遮断するCr膜等の遮光膜を所望の形状にパターンニングして付着させた構造となっているため、遮光膜

に欠陥があれば、透過光をとらえて、正常なパターンと比較することで検査可能である。また、かかる通常のマスクについては、その作成過程で発生した遮光部パターン不良(欠陥)を修正するためには、例えばイオンビームを用いて、欠落部については該個所にイオンビームを照射しつつカーボン膜を堆積し得るような反応ガスを与えてCVDによりカーボン膜を形成し、また不要部については、イオンビームを適宜の時間照射してこれをスパッタ除去して修正することができる。

しかし位相シフト部については、上記のような付加、除去による修正は、従来、不可能であった。

#### 〔発明の目的〕

本発明の目的は、上記問題点を解決して、位相シフトマスクの欠陥を、その位相シフト膜の欠陥も含めて検知しかつ修正することができるマスク修正装置を提供することにある。

#### 〔問題点を解決するための手段及び作用〕

前記した問題点を解決するため、本発明のマスク修正装置は、基板上に、遮光部と、光透過部と、位相シフト部とを備える位相シフトマスクのマスク修正装置について、イオンビーム照射手段と、イオンビームを照射したことにより発生する2次電子をモニタするモニタ手段と、遮光部及び/または位相シフト部形成用のガス系とを備える構成とし、前記イオンビーム照射手段によりマスク面にイオンビームを照射し、該照射により発生する2次イオンを前記モニタ手段によりモニタすることによって、所望位置に遮光部及び/または位相シフト部が存在するか否かを検知し、この検知結果に基づき、遮光部及び/または位相シフト部の欠落部には前記イオンビーム照射手段によりイオンビームを照射しつつ前記遮光部及び/または位相シフト部形成用のガス系からガスを供給して遮光部及び/または位相シフト部を形成し、遮光部及び/または位相シフト部の不要部には前記イオンビーム照射手段によりイオンビームを照射してこの部分を除去する構成とする。

上記のように本発明においては、イオンビーム照射により発生する2次イオンによって欠落部、不要部を検知するので、位相シフトマスクの遮光部は勿論、位相シフト部についても、その欠陥を知ることができる。発生する2次イオン種は、イオンビームの被照射部の材料によって異なるからである。この検知は、イオンビームの強度の設定により、事実上遮光部や位相シフト部に影響を与えないように非破壊的に行うことが可能である。なおイオンビーム照射により、イオンのみならず、電子(2次電子)が発生することもあるが、本発明においては、被検体に電子ビームを照射することにより被検体上の材料に応じて発生するこれら検知可能なものを便宜上総称して「2次イオン」と称するものである。

更に本発明の装置は、遮光部及び/または位相シフト部を形成することができるガス系を備えているので、欠落部が存在すればその個所に電子ビームを照射して該ガス系をジェット噴射などで与え、そこにCVD等の堆積で膜成長を行わせるこ

とにより、欠落部を補正できる。例えば、遮光部が欠落していればカーボン膜を与えるガス系を与え、位相シフト部が欠落していれば該位相シフト部材料を成膜できるガス系を与えるようにして、それぞれの修正を行うことができる。両ガス系は、切り換え可能にしておけばよい。

また、不要部については、電子ビームを照射することにより、この部分を容易に除去できる。除去のための電子ビームは、検査時や堆積時よりも全体として強くする必要があり、これは電子ビーム自体のエネルギーを大きくするのでもよいが、こうすると電子ビームの焦点が変わるなど制御必要な状況が生じることがあるので、簡便には照射時間を長くするようにすればよい。

本発明によりマスク修正すべき位相シフトマスクは、その構成は任意である。

位相シフトマスクの基板材料としては、 $\text{SiO}_2$ や石英以外にも、通常のガラスや、その抽適宜各種成分を含有させたガラス等を用いることができ、使用すべき露光光に対して必要な光透過性のある

ものであれば任意である。

また遮光部も、クロム以外に酸化クロム、もしくは高融点金属(W、Mo、Be等)全般、及びその酸化物などを用いることができ、露光光に対する遮光作用があるものであれば、任意である。また、かかる遮光部と、修正時に電子ビーム照射により形成される修正遮光部とが別材料でもよいことは勿論である。

更に、位相シフト部も、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiO}_x$ 、シリコン窒化物等、位相シフト効果があつて、かつ電子ビームにより形成できるものであれば、任意に用いることができる。微細加工用マスクとして用いる場合、短波長の光(例えば紫外光)の透過率が高いものであることが望ましい。なお、基板上に形成された位相シフト膜の材料と、電子ビームにより修正して補充する位相シフト膜の材料とは一般に同じものであることを要するが、屈折率が同じで、かつ付着性が良好であれば、異なる材料で形成することを排除するものではない。

#### 【実施例】

以下本発明の実施例について説明する。但し当然ではあるが、本発明は以下述べる実施例により限定されるものではない。

##### 実施例-1

この実施例は、本発明を、特に微細化・集積化した半導体装置を製造する際に用いる位相シフトマスクについて、その製造時のマスク修正に適用したものである。

第1図に、本実施例のマスク修正装置の構成を示す。

第1図において、符号8はマスク修正を行うべき位相シフトマスクであり、これはチャンバー7内において、ステージ71上に設置されている。矢印72、73は、欠陥検知や修正時にチャンバー7内の雰囲気圧を制御するための減圧ポンプの吸気系を示す。

本実施例においては、イオンビーム照射手段2は、チャンバー7の上部に設けられたイオン源21

と、その他図示しない電子レンズ系とから成って、基板1上においてイオンビームの焦点を結ばせる構成になっている。このイオンビーム照射手段2は、電子顕微鏡において用いられるのと同様な構成に設計でき、通常のイオンビーム照射手段と同じく構成すればよい。図中、矢印22でイオンビームを示す。

本実施例は、基板上に位相シフト膜として $\text{SiO}_2$ 膜を形成する場合に本発明を適用したものであり、従って、修正時の位相シフト膜形成用のガス系としては、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$ 、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 等の含シリコンガス(この内少なくとも1種を用いればよい)と、酸素 $\text{O}_2$ との混合ガスを用いて、これにより $\text{SiO}_2$ 膜を形成するようにした。

また本実施例では、遮光部の欠落部を補正するためのガス系として、炭化水素(Hydro-carbon)ガスを用いて、カーボン膜を形成するようにした。

第1図中、31は含シリコンガス用ポンプ、32は $\text{O}_2$ 用ポンプであり、これらによって位相シフト膜形成用のガス系が構成されている。33は炭化水素

ガス用ポンペで、これにより遮光部形成用のガス系が構成される。

34~38はバルブであり、これらによってガス系の切換えや、混合比及び流量制御を行う。

本実施例のマスク修正装置は、次のように使用することができる。

例えば、第2図(b)に断面を略示するような、基板上に遮光部10と位相シフト部11と光透過部12とを有して成るモデルの位相シフトマスクについて本実施例を用いて修正を行うとすると、そのマスク面について、第2図(a)に示すように、矢印Aで模式的に示す如くイオンビームを全面に走査してビーム照射し、この時イオンビームにより発生する2次イオンをモニタして、設計どおりの所定の位置に遮光部や、位相シフト部が存在しているかどうかを検知する。これは、イオンビーム照射により生ずる2次イオンが、照射された材料物質によって異なることを利用して、この検知を行うものである。第2図(a)の例で言うと、符号41で示す部分が欠落部になっていて、これが検

知される。即ち、第3図に示すように、イオンビーム22が照射されると、被照射材料の種類に応じた2次イオン51が発生するが、これをモニタ手段6によりモニタすることにより、設計上では形成されるべき部分が欠落部41になっていることが検知される。

また、第2図(a)に符号42で示すのは設計上ではここに位相シフト部が形成されてはいけい不要部であり、これも上記と同様に、モニタ手段6により検知される。

上記欠落部41については、イオンビームを照射しつつ位相シフト膜形成用ガスを与えて、位相シフト膜を補修するわけであるが、本実施例では第4図に示すように、ガスインジェクタ39によりこの欠落部41付近にポンペ31、32からS10<sub>2</sub>形成用のガスを噴射し、この時イオンビーム22を該欠落部41にのみ照射して、これによりその部分に位相シフト膜を形成して、補修を行う。第4図は、図の左から右にイオンビーム22を走査した場合を示し、ここで形成された位相シフト膜(S10<sub>2</sub>膜)は符号11'で示す。なお第4図中、インジェクタ39から

基板1上に与えられたガスの分子を模式的に○で示した。

上記は、位相シフト部11の欠落41について説明したが、例えばクロムから成る遮光部10に欠落部があった場合も、同様に補修できる。但し、ガス系はポンペ33からのものに切換えて、カーボン膜を形成して補修する。

一方、上記検知により、第2図(a)に符号42で示す如き不要部があることがわかった場合、この部分については、イオンビーム22の照射により除去して、修正する。

これは例えば第5図のように、該不要部42にイオンビーム22を照射して、この部分をスパッタ除去することにより、修正できる。符号52で除去された部分のスパッタ粒子を模式的に示す。

除去時のイオンビーム22の強さは、検知時や膜形成時より全体のエネルギーとしては大きい必要があり、本例では照射時間を長くにとって、この除去を達成した。但し短時間で除去を行いたい場合は、イオンビーム強度を強くし、電子レンズ等で

焦点位置を補正して、この除去を行うようにすればよい。

上述の検知、修正の順序は任意である。例えば、検知と同時に、欠落部や不要部があればその修正をその都度行うようにすることができる。これは修正を要する部分が比較的少ない場合に適すると言える。あるいは、全体的な検知を行い、欠落部、及び不要部である要修正部分を記憶しておき、検知後、欠落部の補修・不要部の除去(この順も任意である)を行うようにすることもできる。遮光部10と位相シフト部11についての検知・修正の順も任意であり、両者を同時の走査で行うこともできる。

上記は遮光部10と位相シフト部11との双方についてその欠陥を検知し、修正する場合で説明したが、勿論、遮光部10のみ、あるいは位相シフト部11のみについての修正に本発明を用いるのもよい。

(発明の効果)

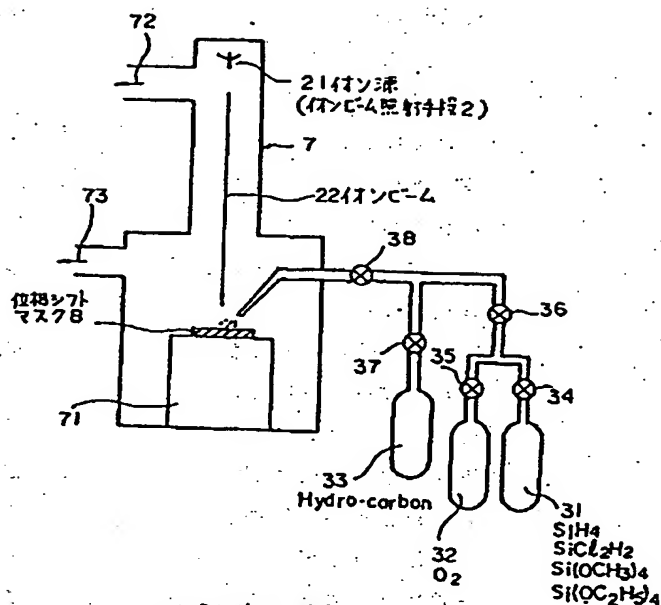
上述の如く本発明によれば、位相シフトマスク

の修正を、その位相シフト部の欠陥の検知や修正も含めて、該修正を可能ならしめることができる。

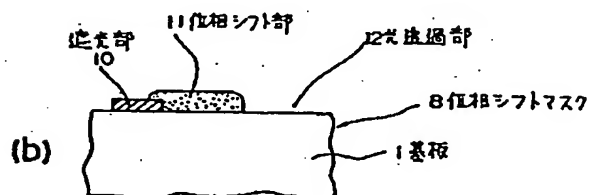
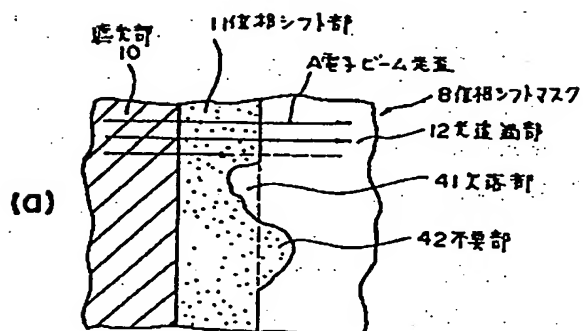
#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係るマスク修正装置の構成図である。第2図はこの実施例により修正すべき位相シフトマスクのモデルを示すもので、第2図(a)は平面図、第2図(b)は断面図である。第3図は、電子ビーム照射により欠陥部、不要部を検知する状況を示す図、第4図は欠陥部の補修による修正の状況を示す図、第5図は不要部の除去による修正の状況を示す図である。第6図は位相シフトマスクの原理説明図である。

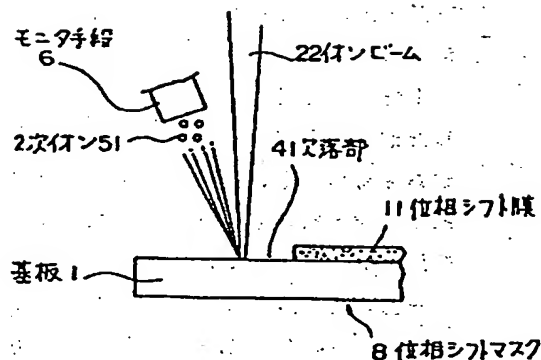
1…基板、2…イオンビーム照射手段、21…イオン源、22…イオンビーム、31～33…ガス系、41…欠陥部、42…不要部、51…2次イオン、6…モニタ手段、10…遮光部、11…位相シフト部、12…光透過部。



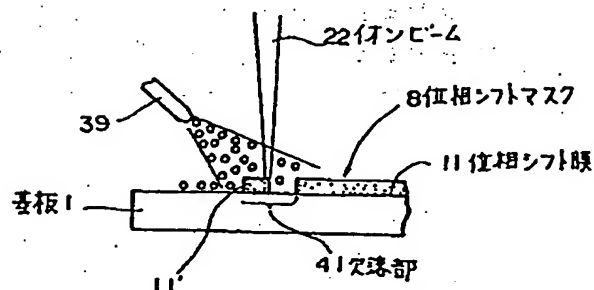
マスク修正装置の構成  
第1図



修正すべき位相シフトマスク  
第2図

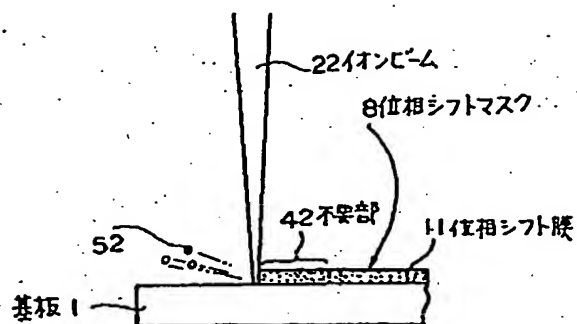


欠陥部、不要部の検知  
第3図

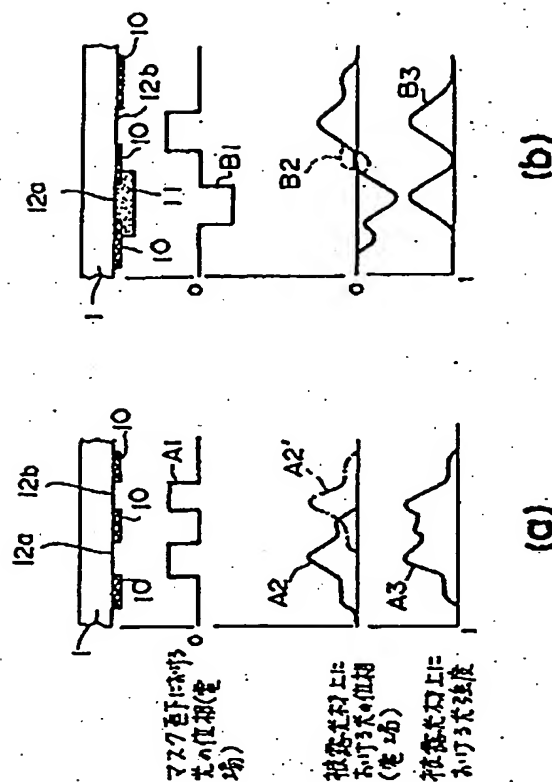


欠陥部の修正  
第4図





不要部の除去  
第5図



位相シフト露光マスクの原理  
第6図